

Capteurs et vérins

L'association gagnante

Le capteur peut coûter plus cher que le vérin, autant dire que l'enjeu vaut la peine de réfléchir sérieusement avant de choisir ! La profession a pourtant la chance de disposer d'une palette technologique qui permet de détecter et gérer les déplacements des vérins d'un système quel que soit le type d'application, l'environnement du composant, la course et la vitesse de déplacement, la précision de mouvement souhaitée et aussi le type de transport de l'information utilisé.

► La majorité écrasante des capteurs associés aux vérins est constituée de capteurs de déplacement destinés à la mesure de position de tige des vérins. Mis en place à l'extérieur du vérin ou intégrés dedans, ces capteurs permettent d'asservir le vérin à la consigne de position. Basiques mais encore très utilisés : le capteur à câble ou à fil pour les vérins de grande taille - mesure sur 60 mètres environ - et le capteur potentiométrique, économique à l'achat mais sensible à l'usure. « Un capteur potentiométrique a une durée de vie de 10 millions de

manœuvres. Il est indiqué pour des courses longues et une cadence appropriée », explique Bernard Fournier, PDG d'Absys Contrôle. Preuve que cette technologie n'est pas encore ravalée au rang d'anecdote, Atos a pris la peine d'améliorer la compacité de son produit avec un montage totalement intégré des capteurs potentiométriques fournis par Vishay.

Les technologies de capteurs pour vérins se sophistiquent cependant au fil du temps. Les solutions les plus proposées actuellement sont les détecteurs inductifs, les capteurs LVDT et

« Les solutions les plus souvent proposées mesurent sans contact et résistent au temps ! »

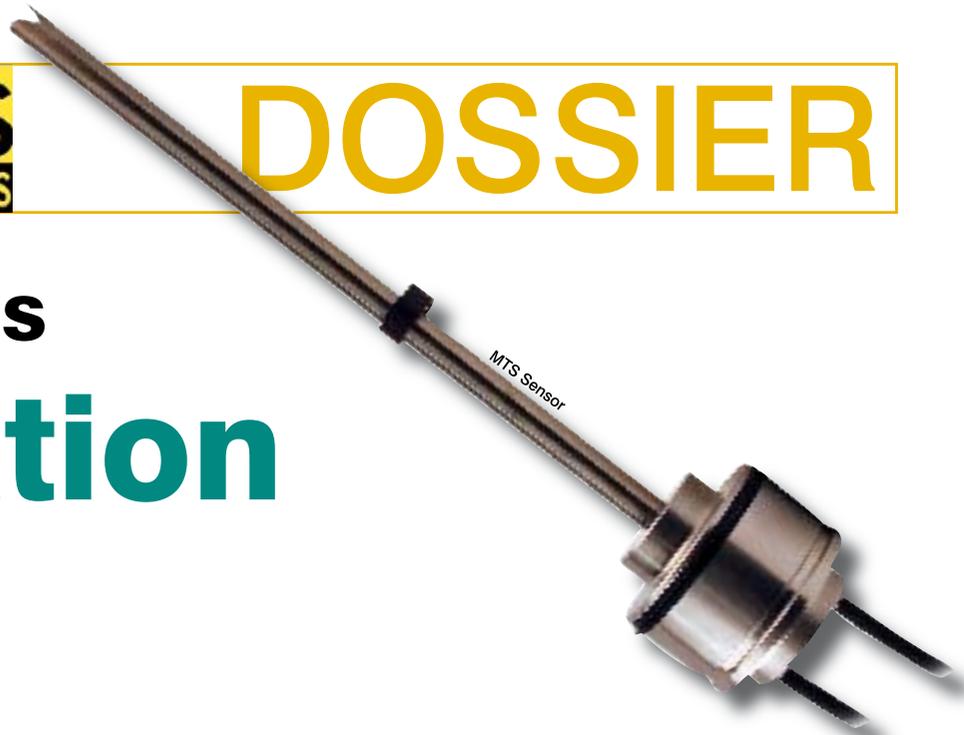
les capteurs magnétostrictifs : tous ces détecteurs, qui mesurent sans contact, résistent au temps !

ACTION RÉCIPROQUE

Les détecteurs inductifs permettent une détection de position de fin de course du vérin : leur principe repose sur l'action réciproque d'un conducteur métallique et de son champ électromagnétique. Les courants de Foucault induits dans le matériel d'amortissement absorbent une partie de l'énergie du champ magnétique généré, provoquant une réduction de l'amplitude d'oscillation perçue par le capteur inductif.

Dans cette technologie, Norgren propose notamment les vérins pneumatiques Integral Smart à capteurs de position reed ou inductifs, distributeur et régulateur de débit intégrés. Côté vérins hydrauliques, Hänchen propose des composants équipés de détecteurs de proximité inductifs résistant à la pression couplés à un système « sécurité-crash ».

« Ces détecteurs de proximité permettent de travailler avec une entière sécurité pendant toute la durée de vie du vérin : grâce à l'absence de contact physique, il n'y a pas d'usure mécanique », expliquent les responsables de l'entreprise. Leur solution est développée pour offrir un maximum



ATOS



Atos a pris le parti de présenter en option sur ses vérins chacune des technologies de capteur de déplacement : potentiométrique, inductive, LVDT et magnétostrictive.

de possibilités d'action : mise en oeuvre d'une suite d'opérations, contrôle des fonctions (visualisation et sortie diagnostic de l'état du détecteur en option), indication des états verrouillés ou déverrouillés, détection des points d'enclenchement sont au menu. « Nos détecteurs soumettent les vérins à un contrôle visuel permanent », concluent les responsables Hänchen.

SOLUTIONS SUR MESURE

Les vérins hydrauliques rotatifs ne sont pas en reste : HKS France les équipe de capteurs inductifs de type PNP (fournis notamment par Balluff ou Pepper+Fuchs). « Nous proposons en variante la tenue à la pression dans les cas où les capteurs sont directement intégrés dans le corps du vérin », précisent les ingénieurs de HKS France. A savoir : à un vérin 210 bar, on associe un capteur résistant à 500 bar ! Car il faut du petit, mais du costaud !

Cette résistance physique a également séduit Atos, qui a pris le parti de proposer en option chacune des technologies de capteur de déplacement et a choisi pour ses vérins les capteurs inductifs Penny Giles. « Simples et robustes, les capteurs inductifs sont conseillés pour une utilisation en présence de fortes vibrations ou sollicitations dynamiques à hautes fréquences, comme sur les simulateurs ou les bancs d'essais », précise Nevio Brandoli, responsable de



FGP Sensors propose capteurs à câbles, potentiométriques, LVDT et magnétostrictifs. Le petit dernier (au dessus) s'appelle Novostrictive, fabriqué par Novoteknik : directement intégrable aux vérins hydrauliques, il associe mécanique et électronique pour surfer sur les vagues d'information Start-Stop, SSI et DyMoS.

la division vérins de Atos.

Il existe aussi des technologies hybrides : les capteurs inducto-resistifs proposés par Bosch-Rexroth sur leur vérins CST3 combinent les avantages d'un système de mesure potentiométrique avec l'intérêt d'une mesure sans contact. Un élément mobile résonnant concentre le champ d'une ferrite électromagnétique. La résistance d'un circuit varie en fonction de la position de cet élément mobile et la tension résultante est traitée comme un diviseur de tension suivant un principe ratiométrique. En prime, ce système est économique !

Autre solution : le capteur LVDT (Linear Variable Differential Transformer), réputé pour sa préci-

« À un vérin 210 bar, on associe un capteur résistant à 500 bar ! Car il faut du petit, mais du costaud ! »

LES GRUES MOBILES ONT LE SENS DE L'ÉQUILIBRE

Micro-epsilon a développé spécialement pour les grues mobiles un capteur de déplacement compact qui s'intègre dans le vérin de suspension et mesure directement la position du piston. Évidemment, les capteurs doivent également être conçus pour résister aux pics de pression dans les vérins (450 bar). Grâce à l'intégration dans le vérin, le capteur est cependant protégé des chocs de l'extérieur.

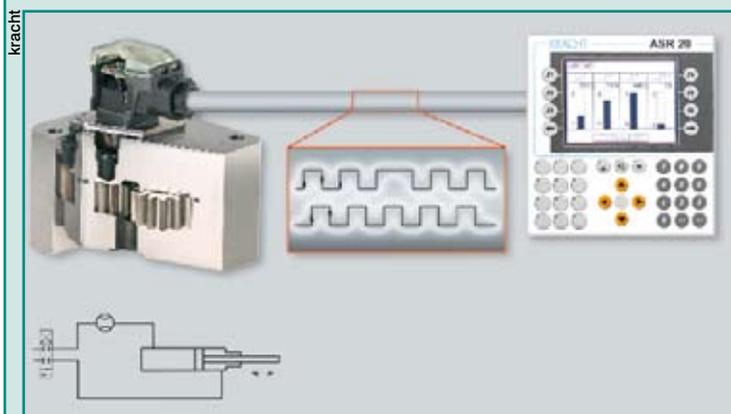
Le capteur en lui-même travaille selon le principe des pertes par courants de Foucault en induisant de tels courants dans un tube d'aluminium inséré dans la tige du piston. Comme il n'y a aucun contact mécanique entre le capteur et le piston, le capteur n'est soumis à absolument aucune usure et reste donc aussi sans entretien. L'électronique intégrée convertit le signal de déplacement en un signal électrique utilisé par le système de contrôle aux fins de régulation.

La mesure précise du déplacement (au dixième de millimètre) des vérins hydrauliques est ici décisive : les grues mobiles modernes soulèvent rapidement de lourdes charges sur routes stabilisées, mais aussi en tout-terrain. La régulation active permise par le capteur Micro-epsilon ajuste chaque essieu simultanément. Elle se montre d'ailleurs particulièrement importante lorsque le véhicule quitte un terrain difficile pour repasser sur la route : les essieux doivent alors être instantanément réajustés à la chaussée plane en faisant revenir tous les vérins en position normale.



Vérin rotatif HKS de type SAH actionnant une vanne papillon.

UNE TECHNIQUE DE MESURE DIFFÉRENTE

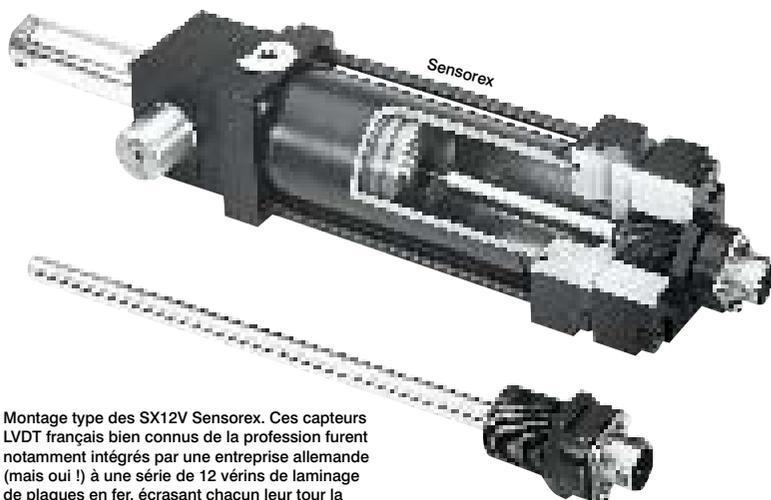


Constatant que les systèmes de contrôle externes (fins de course, encodeurs de mesure) sont constamment mis en danger par des facteurs extérieurs comme la saleté, l'humidité, les hautes températures, la corrosion, les dangers d'explosion et de vibration, la société Kracht a décidé d'aller mesurer « là où ça ne fait pas mal ».

Le débitmètre à engrenage Kracht VC, mécanisme de mesure actionné selon le principe du moteur à engrenage utilisé par le débit du liquide, effectue la saisie précise de la vitesse et de la course des mouvements d'entraînement hydrauliques pour des applications comme la surveillance des vérins de serrage dans les machines outils et la saisie de positionnement de vérins rotatifs dans les bennes à ordures. La formation d'impulsions est réalisée par une palpation sans contact du mouvement de l'engrenage au moyen de deux capteurs disposés de sorte que deux signaux incrémentiels décalés à 90° soient produits, qui permettent une reconnaissance de la direction.

En liaison avec le système électronique d'évaluation, on peut ainsi déterminer d'une manière très précise les plus petites courses comme celles des opérations de fixation dans les machines outils. Parmi les appareils électroniques d'évaluation pour les mesures de course et de vitesse, la commande Kracht ASR permet d'évaluer 20 à 8 compteurs à engrenage à deux canaux et de représenter graphiquement les mouvements sur l'écran. Les programmeurs Kracht adaptent le logiciel aux exigences posées du cas d'application.

Ces systèmes internes de régulation, de commande et de mesure tirent exclusivement leurs informations du courant média. De ce fait, le compteur à engrenage peut être installé vraiment loin des conditions ambiantes défavorables : sur les pétroliers, il arrive qu'entre le mécanisme d'entraînement et le débitmètre il y ait jusqu'à 60 mètres de conduites !



Montage type des SX12V Sensorex. Ces capteurs LVDT français bien connus de la profession furent notamment intégrés par une entreprise allemande (mais oui !) à une série de 12 vérins de laminage de plaques en fer, écrasant chacun leur tour la plaque pour en diminuer l'épaisseur.



Vérin DE 700 x 260 de course 4850 équipés également du revêtement KERADOUCE et du capteur SMIK. Ce vérin Douce Hydro prendra place en Chine au sein de la passerelle Ro-Ro qui fera la liaison ferry-train entre Yantai et Dalian.

sion. Un noyau magnétique cylindrique se déplace librement au centre de bobines suivant leur axe commun, prolongé par une tige reliée à l'objet mobile dont on veut mesurer le déplacement. L'écart entre le noyau et la position d'équilibre du pont génère deux tensions représentatives de l'amplitude du déplacement et de son sens.

PETIT NOUVEAU

Spécialiste de cette technologie, la société Sensorex propose des capteurs de déplacement LVDT séries SX 12V spécialement conçu pour les chambres de pression des servo-vérins... et un petit nouveau lancé cette rentrée sur Mesurexpo : « Les dernières évolutions technologiques ont abouti à notre nouveau capteur SX20MD, capteur LVDT à sortie numérique », commente Romain Martin-Cocher, Technical sales support de Sensorex. « Elle permet de compenser beaucoup d'erreurs de mesures dues par exemple aux dérives en température et la non linéarité ». Sensorex a d'ailleurs reçu du magazine BREF le prix de l'innovation 2006 pour la conception et la fabrication des hybrides HCN qui réalisent ces compensations.

Les solutions de mesure de déplacement ne manquent donc pas ! Dans leur étude « Vérins hydrauliques instrumentés de capteurs de position », les experts du Cetim Pierrick Letort et Olivier Duverger expliquent pourtant que « le plus souvent, on utilise une mesure magnétostrictive : un aimant excité par

un courant électrique envoie une onde qui se propage le long du tube de mesure solidarifié au vérin, le temps de propagation étant proportionnel à la distance parcourue ».

En effet, ces capteurs ne craignent ni l'usure, ni la température, ni la pression, ni les vibrations. Pour le moment, les capteurs magnétostrictifs intégrables aux vérins sont limités à 5m de mesure, mais ils permettent de mesurer, en mode absolu, la position ou/et la vitesse du vérin. Cependant, ils peuvent être perturbés par un champ magnétique ou électrique du voisinage.

UN MUST

Le vérin à capteur magnétique est actuellement un must que les entreprises ne négligent surtout pas ! Pour rendre les couples capteurs/vérins faciles à placer et à maintenir, les idées fourmillent.

« En complément de notre gamme standard de vérins, nous proposons quelques modèles de capteurs magnétiques pour la détection de position proposés en versions Reed ou effet Hall. Nous disposons jusqu'alors d'une série large code CAP10 et CAP20 plutôt adaptable sur les anciennes séries de vérins et d'une série miniature CAP30 et CAP40 montée sur les vérins profilés équipés d'une rainure de largeur 6,3 mm par glissement en bout de rainure. Depuis peu, nous disposons des modèles CAP31 et CAP41 qui peuvent se monter latéralement », décrit



Les capteurs de position magnéto-sonotricifs Tempsonic de MTS Sensor combinent les effets magnéto-mécaniques et utilisent la rapidité de mesure et la précision des ultrasons.

Laurent Valtier, directeur commercial de Novaflex.

Les vérins pneumatiques de bridage New Mat sont eux dotés de capteurs magnétiques à mémoire Autotact M7 : la partie mémoire est intégrée mais amovible, afin de pouvoir l'échanger rapidement sans avoir à démonter le vérin. « Sur les vérins de bridage à 2 pinces équipés de Autotact M7, jusqu'à 7 positions sont programmables, épaisseur de la pièce serrée comprise, tout en contrôlant une pression de sécurité de serrage afin que la pièce déplacée ne glisse ni ne tombe. Ce contrôle permet de surcroît une détection de panne éventuelle lorsque la pression chute », témoigne Philippe Rou-daut, PDG de New Mat.

GUERRE DES INNOVATIONS

Mais la guerre des innovations fait rage : « Les capteurs Reed sont économiques mais leur

durée de vie est faible, environ 2 millions de commutations », remarquent les responsables de IFM Electronic. « Un tel nombre de cycles est rapidement atteint sur les machines modernes car les cadences de production sont toujours croissantes. Notre technologie de détection électronique et sans contact (GMR) permet un très grand nombre de cycles aux machines et élimine les arrêts de maintenance générateurs de pertes de production coûteuses ».

« La fiabilité, la répétitivité et les possibilités d'interface et de programmation du signal du capteur magnéto-sonique a beaucoup apporté à nos vérins » déclare Léo Vorano, directeur commercial de Atos Hydraulique. En effet, les capteurs magnéto-soniques analogiques MTS intégrés aux vérins Atos se montrent « particulièrement indiqués pour l'industrie du

Sensorex



Capteur LVDT SX12V Sensorex

travail de la tôle, du bois et des machines outils » et les capteurs magnétosoniques digitaux MTS 25 bit, à programmation aisée et interface synchrone SSI, fielbus, CanOpen et profibus, fiabilisent la transmission de données.

Mais « Les capteurs magnétiques sont sensibles aux intensités de courant et aux inductions. Les fréquences de commutation élevées avec des charges inductives tels que relais, bobines ou électro-aimant réduisent considérablement leur durée de vie », temporisent les responsables de Hoerbiger-Origina. Alors ? « Des collaborations techniques

« Des collaborations techniques étroites avec les différents fournisseurs de capteurs sont mises en place suivant les spécificités des applications »

étroites avec les différents fournisseurs de capteurs sont mises en place suivant les spécificités des applications », rassure Léo Vorano.

CONTOURNER LA DIFFICULTÉ

Pour contourner la difficulté en gardant l'avantage du sans-contact, Douce Hydro a développé le système Smik (Système de mesure intégré au Keradouce). Ultra précis – au millimètre près pour des courses de 20m ! - il est utilisé uniquement sur les vérins à revêtement de tige Keradouce (applications en atmosphère marine). L'information est gravée sur la tige et les capteurs lisent sa position sans contact mécanique. Smik donne à la fois la position de la tige, sa vitesse et son accélération et garde la dernière valeur de position lors d'une coupure d'alimentation. Toute la technicité déployée ne s'arrête pourtant pas là : il reste des applications où l'électronique n'est pas LA solution. Pour répondre à certains besoins particulier, Festo propose notamment le capteur de proximité pneumatique SMPO : un distributeur 3/2 est actionné à l'approche d'un champ magnétique ; la commutation du capteur de proximité pneumatique permet d'émettre un signal de sortie pneumatique.

Dans un esprit voisin, les ingénieurs de HKS France remarquent que parfois, des capteurs

mécaniques «classiques» sont montés sur l'extrémité arrière de leurs vérins rotatif, mais soulignent que ce choix « reste en général plus onéreux que de l'inductif ».

MINIATURISATION

Les contraintes économiques et la productivité grandissante amènent les fabricants de vérins à proposer des produits compacts ayant des courses de plus en plus réduites. « La miniaturisation par introduction de microcomposants – en technologie CMS, chez nous - est l'évolution majeure qui permet l'intégration du capteur au vérin », rapporte Philippe Roudaut, PDG de New Mat.

La miniaturisation exige cependant une réelle professionnalisation du fabricant en maîtrise de l'électronique : « On ne peut plus bricoler », constate-t-on dans la profession. Mais de ce fait, « on assiste à une évolution vers le haut des produits », se réjouit Philippe Roudaut.

« La difficulté avec les capteurs ancienne génération SX12c,k,w ? Le fabricant de vérins devait adapter ses produits à nos capteurs. Or, en général, c'est l'inverse qui est attendu ! C'est pour cela que notre nouvelle la gamme SX12V est facilement intégrable dans les vérins », souligne Romain Martin-Cocher (Sensorex). Et cela fonctionne : les principales commandes reçues pour les SX12V viennent de fabricants tels que Parker Hannifin, Secmhy Vérin ou encore Arden Vérins.

Mais attention ! « Il faut toujours prévoir de sortir l'électronique - plus fragile - sans démonter la partie mécanique. C'est pourquoi les solutions actuelles présentent une électronique plus ou moins intimement intégrée selon les applications. », remarque Philippe Roudaut (New Mat).

Les fabricants sont également à la recherche de la polyvalence des systèmes de capteurs. « Il faut un seul système pour tous les types de vérins », insiste Philippe Roudaut. Pourtant, il n'est pas encore rare de trouver dans les documentations des phrases de mises en garde telles que « nos capteurs de proximité sont prévus et optimisés spé-

IFM Electronic



La technologie de détection électronique et sans contact (GMR) d'IFM Electronic permet un très grand nombre de cycles aux machines et élimine les arrêts de maintenance générateurs de pertes de production coûteuses. Ce capteur à montage latéral directement compatible avec les rainures en T existe en versions pour conditions humides ou pour ambiance avec fluides huileux. Des accessoires de montage permettent son installation sur les profils de vérins les plus courants tels que : vérins à fentes trapézoïdales, à tirants, lisses et profilés.



Ce servovérin Absys Controle à paliers hydrostatiques inclut un capteur de position type Temposonic (MTS). Equipé d'une servovalve trois étages de débit nominal 250l/min, il assure une fonction de simulation sismique par balayage des fréquences de 0,5 à 25 Hz pour une plage d'amplitude de +/- 0,5 à 20mm. La caractéristique dynamique est $F = +/-3000\text{daN}$. La génération de consigne est externe. La boucle d'asservissement de position est assurée par une carte numérique embarquée montée dans un boîtier solidaire du servovérin.

cialement pour la détection sur nos vérins ».

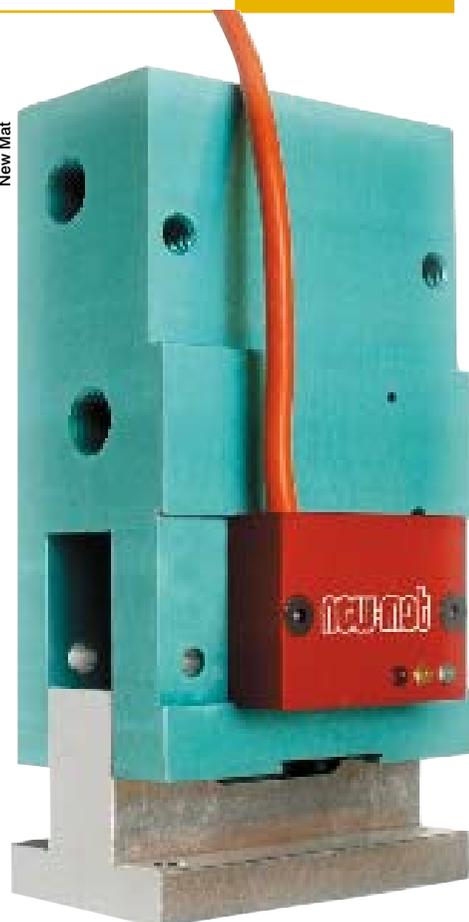
CAPTEURS INTELLIGENTS

Par ailleurs, « les capteurs et actionneurs sont de plus en plus intelligents », explique Lucien Bouillane, expert du Cetim, délégué régional Auvergne-Limousin. « Ils comportent de plus en plus un contrôle/commande de réaction, ce qui leur donne une certaine capacité de traitement

de l'information. Souvent, le vérin est associé à un distributeur à intelligence locale qui le relie au réseau de terrain. »

« La technique du contrôle numérique est maintenant très présente dans les applications de pilotage des systèmes hydrauliques », confirme Michel Aubourg, consultant Pôle de compétence Machine et commandes du Cetim, dans le rapport d'études « Les techniques

New Mat



Sur les vérins de bridage à 2 pinces New Mat équipés de Autotact M7, jusqu'à 7 positions sont programmables, épaisseur de la pièce serrée comprise, tout en contrôlant une pression de sécurité de serrage afin que la pièce déplacée ne glisse ni ne tombe.

Bosch Rexroth



Le capteur sans contact SF1 équipe le vérin standard type OCT de Bosch-Rexroth (Iso 6432). Constitué d'une partie sensible (un capteur à film) et d'une électronique de sauvegarde des informations, un unique module permet de programmer jusqu'à 4 positions. Le capteur à film est un capteur magnétique de distance qui fournit en permanence une sortie analogique proportionnelle à la distance mesurée.

de contrôle commande numériques industrielles disponibles pour piloter les actionneurs hydrauliques »

« Une carte d'axe hydraulique à technologie numérique peut piloter des vérins en position comme en effort asservi : le contrôleur interne de la boucle de commande peut-être configuré en contrôleur de position, de force ou de vitesse de déplacement de la tige du vérin. Connectée à un bus local CAN, cette carte peut paramétrer plusieurs systèmes d'une même application », renchérisent les experts du Cetim Pierrick Letort et Olivier Duverger dans leur étude « Vérins hydrauliques instrumentés de capteurs de position ».

Les capteurs sont donc de plus en plus équipés, comme chez MTS Sensor d'une version à électronique redondante, comme chez Novotechnik (distribué par FGP Sensors), d'une interface analogique CMS avec ASIC et d'options numériques variées : signaux start-stop, liaison SSI, interface série haute fréquence DyMoS.

ELECTRONIQUES SOPHISTIQUÉES

Enfin, « à partir de simples servo-vérins, de nouvelles solutions électro-hydrauliques intégrées ont été développées incorporant les valves proportionnelles de régulation et les cartes électroniques digitales associées », explique Léo Vorano.

« Les capteurs sont de plus en plus équipés d'une version à électronique redondante et d'options numériques variées »

HKS France



Vérin HKS avec codeur intégré

DÉPLACER DES MONTAGNES

Le capteur de déplacement n'est pas seul à entrer en jeu sur un vérin : capteurs de pression et d'effort y ont aussi leur rôle. Grâce à eux, le système de levage synchronisé d'Actuant Enerpac déplace des montagnes ! 4 à 64 points de levage d'une capacité de 10 à 1000 tonnes chacun sont actionnés sous le contrôle précis de la charge (à 0,1% près) et de la course - une précision de 0,1 mm pour une course totale maximale de 5000 mm. Autre gageure du concept : l'unité de contrôle peut être éloignée jusqu'à 1 km des points de levage. C'est ainsi que le groupe excelle dans le lancement de tabliers de ponts comme le viaduc de Millau, le déplacement de monument comme la statue géante de Ramsès II au Caire ou la mise en place de structure complexes comme le « nid d'hirondelle » composant le stade national et olympique de Pékin.

Bosch Rexroth crée une rupture en terme de prix dans les solutions de vérins avec contrôle de la position temps réel en introduisant la technologie de capteurs inducto-résistifs sur la gamme de vérins CST3. La réduction en terme de coût d'achat peut être de l'ordre de 50%.

Ainsi, les servo-récepteurs électro-hydrauliques digitaux « sont des « axes intelligents intégrés », qui peuvent réaliser de manière autonome et sans utilisation de carte d'axe externe, des cycles de mouvements programmés, tout en dialoguant avec l'unité électronique de commande de la machine, pour une interface avec les autres actionnements présents dans le circuit ».

Sur les starting-block depuis belle lurette sur ce type de marché, les actionneurs électriques : ceux de New Mat, destinés aux robots, sont pourvu d'électroniques sophistiquées : ils entrent déjà dans l'ère mécatronique, de même que les axes électriques intelligents de la Gamme SMAC, proposée par Delta Equipement, à bobine mobile unique : mono et multi-axes, ils sont totalement programmables et permettent à eux seuls de contrôler la position, la vitesse, l'accélération et la force dans de nombreuses applications comme les systèmes automatisés de distribution et les bancs de tests.

Tant de solutions ne laissent pas d'impressionner, mais donnent l'assurance, en fin de compte, qu'à toute problématique correspond une association capteur et vérin gagnante. Rassurant, non ? ■

E.B.